



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :
Masanobu OKAZAKI, et al. :

Application No.: 10/772,211 : Art Unit: 2811
Filed: February 4, 2004 : Examiner: To be assigned

For: **PIEZOELECTRIC CRYSTAL MATERIAL
AND PIEZOELECTRIC RESONATOR** : Docket No.: WAM-05001

Certificate of Mailing

I hereby certify that the foregoing documents are being deposited with the United States Postal Service as first class mail, in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA, 22313-1450 on June 16, 2004.

Name: Tracey A. Newell

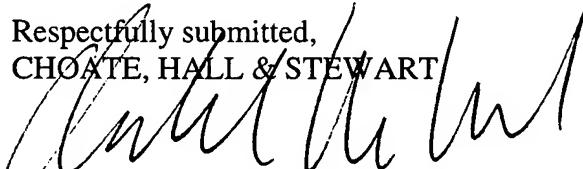
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Attached hereto are Japanese Application No. 2003-026600, filed February 4, 2003, a priority document for the above-referenced application. Should there be any questions after reviewing this submission, the Examiner is invited to contact the undersigned at 617-248-4038.

Respectfully submitted,
CHOATE, HALL & STEWART


Donald W. Muirhead

June 16, 2004
Date

Reg. No. 33,978
Patent Group
Choate, Hall & Stewart
Exchange Place
53, State Street
Boston, MA 02109-2804

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月 4日
Date of Application:

出願番号 特願2003-026600
Application Number:

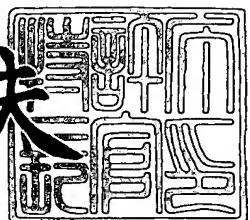
[ST. 10/C] : [JP2003-026600]

出願人 日本電波工業株式会社
Applicant(s):

2004年 2月 16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 P2003002
【提出日】 平成15年 2月 4日
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎殿
【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2

日本電波工業株式会社 狹山事業所内

【氏名】 岡崎 正喜

【発明者】

【住所又は居所】 東京都世田谷区太子堂4丁目9番7号

【氏名】 尾上 守夫

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市泉区岡津町1519-7

【氏名】 関本 仁

【特許出願人】

【識別番号】 000232483

【氏名又は名称】 日本電波工業株式会社

【代表者】 代表取締役社長 竹内 敏晃

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015923

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】圧電結晶材料及び圧電振動子

【特許請求の範囲】

【請求項1】りん酸ガリウムの結晶のX-Z平面をX軸を中心にして10°～20°左回転したX-Z'平面から切り出したX軸方向に細長い振動子片の側面を+X軸から見て1°～3°左回転した方向に傾けたことを特徴とする圧電結晶材料。

【請求項2】請求項1において、振動子片はX軸方向に細長い短冊型に成形したことを特徴とする圧電結晶材料。

【請求項3】請求項2において、振動子片の厚みtに対する幅wの比(w/t)は3～20であることを特徴とする圧電結晶材料。

【請求項4】請求項1～3において、振動子片の板面に圧電振動を励振する電極を形成したことを特徴とする圧電振動子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、りん酸ガリウムからなる圧電結晶材料に関する。

【0002】

【従来の技術】

(発明の背景) 圧電作用を有する結晶としては種々の結晶が知られているが、その一つに、りん酸ガリウム(GaPO₄)がある。

りん酸ガリウムは、結晶としての相変化が無く、900°C近い高温域まで圧電結晶として利用することができる。

【0003】

また、りん酸ガリウムは水晶に比べて電気機械結合係数が大きいので、センサーとしての利用も有望視されている。

そして、りん酸ガリウムを圧電振動子として利用する場合、図5に示すように、りん酸ガリウムの結晶構造によって定まる、直交するX、Y、Zの三軸において、X-Z面を主面とする板体1をX軸を回転軸としてY軸方向へ一定角度αだ

け回転したX-Z'面に正面を有する回転Y板2の利用が考えられている。

【0004】

そして回転Y板を薄板状の振動子片に成形し、板面に電極を設けて圧電振動を励振する。

このような、りん酸ガリウムの回転Y板の振動子は、図6に示すように上に凸の二次曲線状の周波数温度特性を有し、かつ上述のX軸の回転角度 α に応じて頂点温度T0が変化する。したがって常温(25°C)よりも高温の、たとえば頂点温度が100°C前後の振動子を実現できる可能性がある。

【0005】

しかしながら、りん酸ガリウムの回転Y板を用いて、実用的な振動子を製作する場合に、結晶を板状に整形した振動子片を小型化するために板面積を小さくしていくと、厚みに対して面積が十分に大きいという厚み滑り振動の前提が成り立たなくなる。このような場合、目的の主振動以外に強勢な副振動が発生し、この影響で周波数温度特性はなめらかな二次曲線からずれ、かつ頂点温度も変化してしまう。

【0006】

一般に、この種の振動子を小型化する場合、厚み滑り振動の変位方向に細長く、すなわちX軸方向に細長い短冊形に成形するようにしているが、上述のような副振動の発生によって、適切な形状を選択することが難しくなり、小型化が困難になる問題がある。

【0007】

【特許文献】

特開昭51-97394号

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、形状の小さな振動子片の場合にも副振動の発生を抑圧でき、なめらかな二次曲線状の周波数温度特性を得ることができるものりん酸ガリウムからなる圧電材料を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項1は、りん酸ガリウムの結晶のX-Z平面をX軸を中心にして $10^\circ \sim 20^\circ$ 左回転したX-Z'平面から切り出したX軸方向に細長い振動子片の側面を+X軸から見て $1^\circ \sim 3^\circ$ 左回転した方向に傾けたことを特徴とする圧電結晶材料である。

【0010】

そして請求項2は、請求項1において、振動子片はX軸方向に細長い短冊型に成形したことを特徴とする圧電結晶材料であり、請求項3は、請求項2において、振動子片の厚みtに対する幅wの比(w/t)は3~20であることを特徴とする圧電結晶材料であり、さらに請求項4は請求項1~3において、振動子片の板面に圧電振動を励振する電極を形成したことを特徴とする圧電振動子である。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下本発明の一実施態様を図面を参照して詳細に説明する。

本発明の発明者らは、りん酸ガリウムを用いた振動子について長年に亘る研究の結果、強勢な副振動が発生する理由は、目的とする厚み滑り振動に幅方向の輪郭すべり振動が結合しているためではないかと推定した。

【0012】

図1は本発明の、りん酸ガリウムの振動子3を示す斜視図、図2は振動子の結晶軸を説明する正面図である。

すなわち、振動子3はX軸方向に細長い短冊形で幅はZ'軸方向、厚みはY'軸方向である。そして両主面の中央部分に厚み滑り振動を励振するための電極4を相対面して形成している。

【0013】

そして振動子3は、りん酸ガリウムの結晶のX-Z平面をX軸を中心にして $10^\circ \sim 20^\circ$ 左回転したX-Z'平面から切り出した振動子片の側面を+X軸から見て $1^\circ \sim 3^\circ$ 左回転した方向に傾けるようにしている。

【0014】

りん酸ガリウムの回転Y板の頂点温度は、図3に示すように回転角度に応じて変化し、 α が 10° で約 600°C であり、回転角度の増加とともに頂点温度は次第に低くなり、 α が 15° で概略 25°C 、 α が 20° で -100°C である。

したがって実用的な頂点温度として -100°C ないし 600°C とすれば、回転角度は 20° ないし 10° とすればよい。

【0015】

そして上に凸の二次曲線状の周波数温度特性において、頂点温度が約 25°C になる回転Y板、すなわち回転角度が 15° の板体から、X軸方向に細長い短冊形の振動子片を切り出した。

そして、この板体の長手方向の側面を傾け研磨し、傾け角を+X軸から見て左回転の回転角度が $1^\circ \sim 3^\circ$ に側面を傾けたときに実用上問題のない程度に副振動の発生は少なくなり、最も望ましくは側面の傾け角を 1.5° としたときに、ほとんど副振動の発生は見られなかった。

【0016】

したがって側面の傾け角は、 $1^\circ \sim 3^\circ$ とすることとした。

ちなみに、X軸の回転角が 15° の振動子において、側面を 1.5° 傾けた振動子と側面が垂直な振動子の辺比に対する頂点温度の対応は図4に示すようになった。

図4において横軸は辺比、すなわち厚み t に対する幅 w の比(w/t)、縦軸は周波数-温度特性における頂点温度で、側面が垂直な振動子を曲線A、側面を 1.5° 傾けた振動子を曲線Bで示している。

【0017】

図4のグラフから明らかなように、側面が垂直な振動子では辺比を変えると、頂点温度も大きく変化するが、側面を 1.5° 傾けた振動子では辺比が3以上であれば略一定の頂点温度(略 35°C)となる。

【0018】

なお厚み滑り振動の変位方向はX軸方向であり、振動特性をあまり損なうことなく幅方向の寸法を切り詰めて形状を小型化することができる。

そして辺比が20を越えると、振動特性を改善する効果は得られず、かつ形状

は大型になる。

したがってX軸方向に細長い短冊形の振動子の辺比は3～20とすることが望ましい。

【0019】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明は、りん酸ガリウムを用いて、回転Y板の回転角度に応じて任意の頂点温度を得ることができ、かつ振動子片を小型化した場合も副振動の発生を抑圧でき、なめらかな二次曲線状の周波数温度特性を得ることのできるりん酸ガリウムからなる圧電材料を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施態様の振動子片の斜視図である。

【図2】 図1に示す振動子片の正面図である。

【図3】 回転Y板の回転角度と頂点温度の関係を示すグラフ。

【図4】 側面が垂直な振動子と側面を傾けた振動子の辺比の変化に対する頂点温度の変化を示すグラフである。

【図5】 りん酸ガリウムの振動子の切断角度を説明する図である。

【図6】 りん酸ガリウムの振動子の回転角度と頂点温度との関係を示すグラフである。

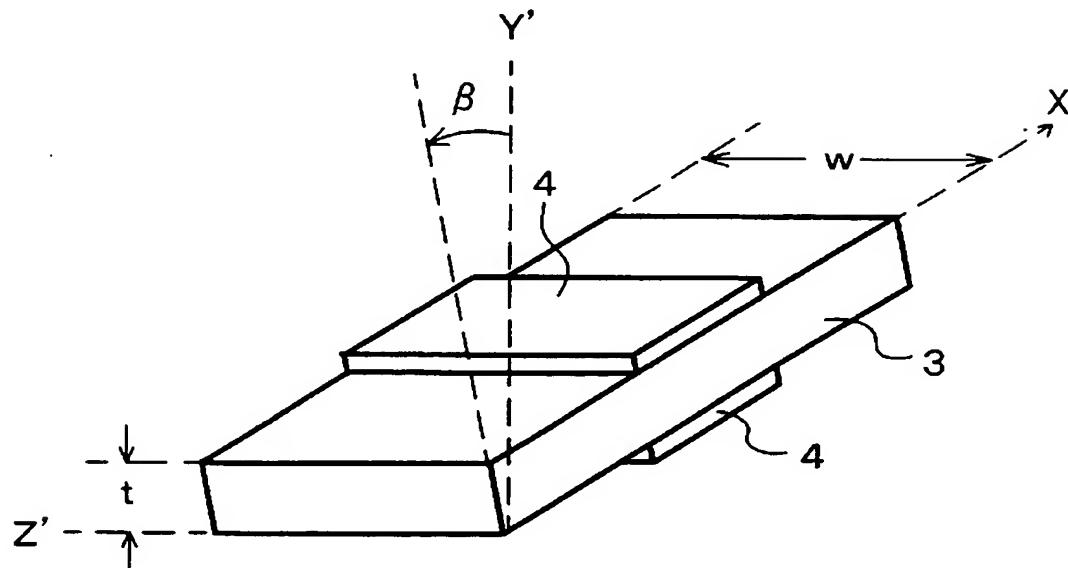
【符号の説明】

3 . . 振動子

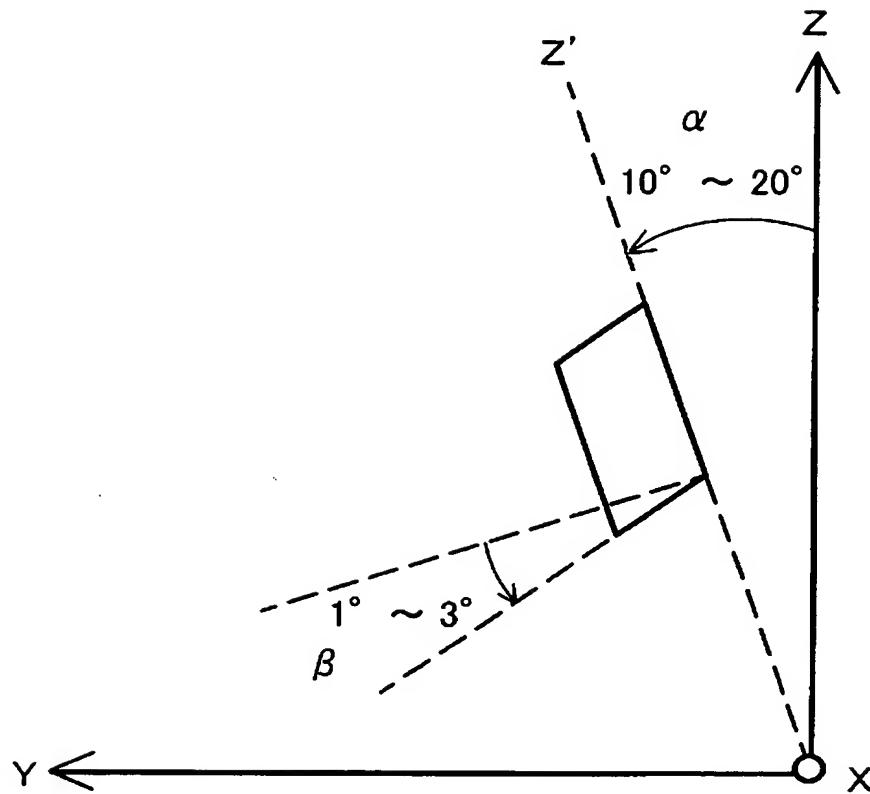
4 . . 電極

【書類名】図面

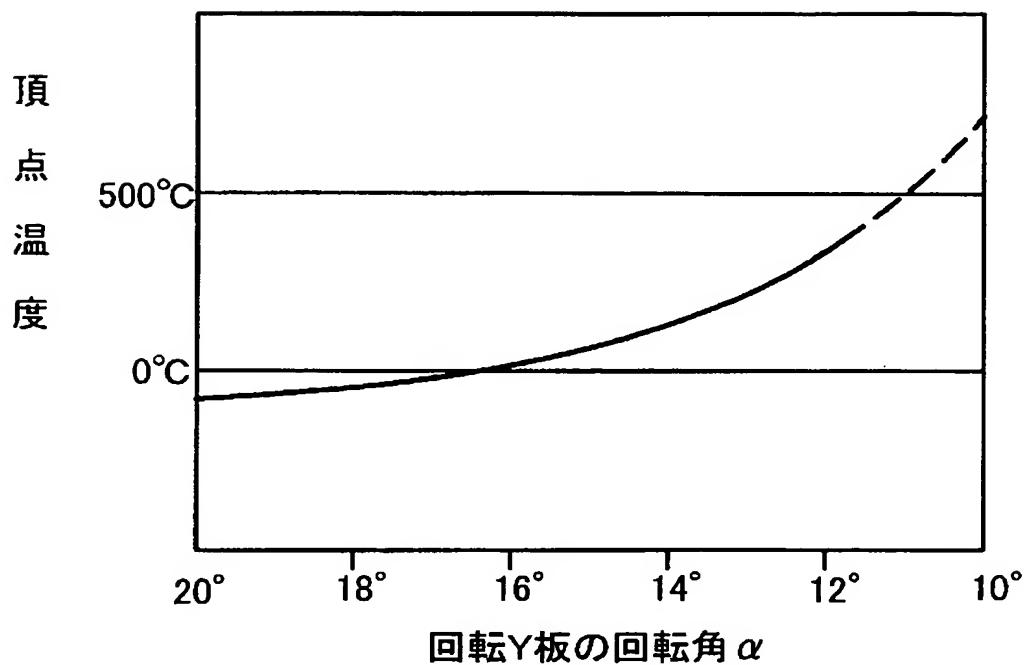
【図1】



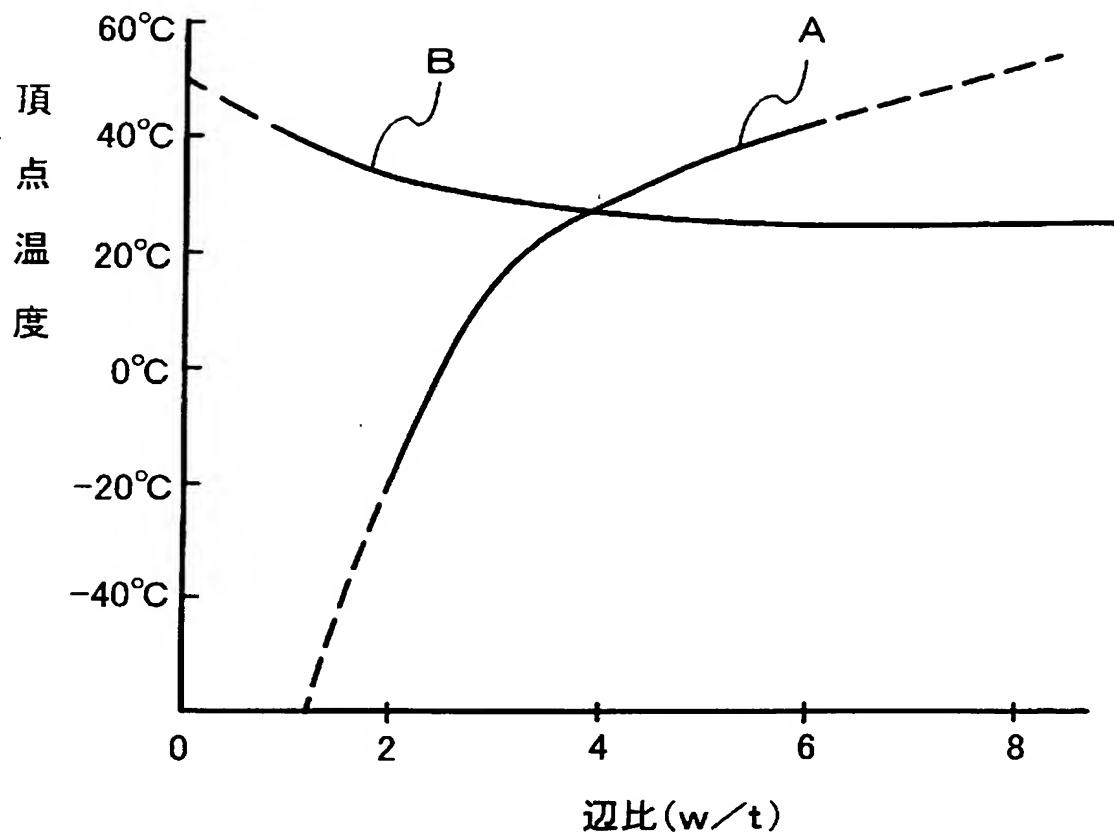
【図2】



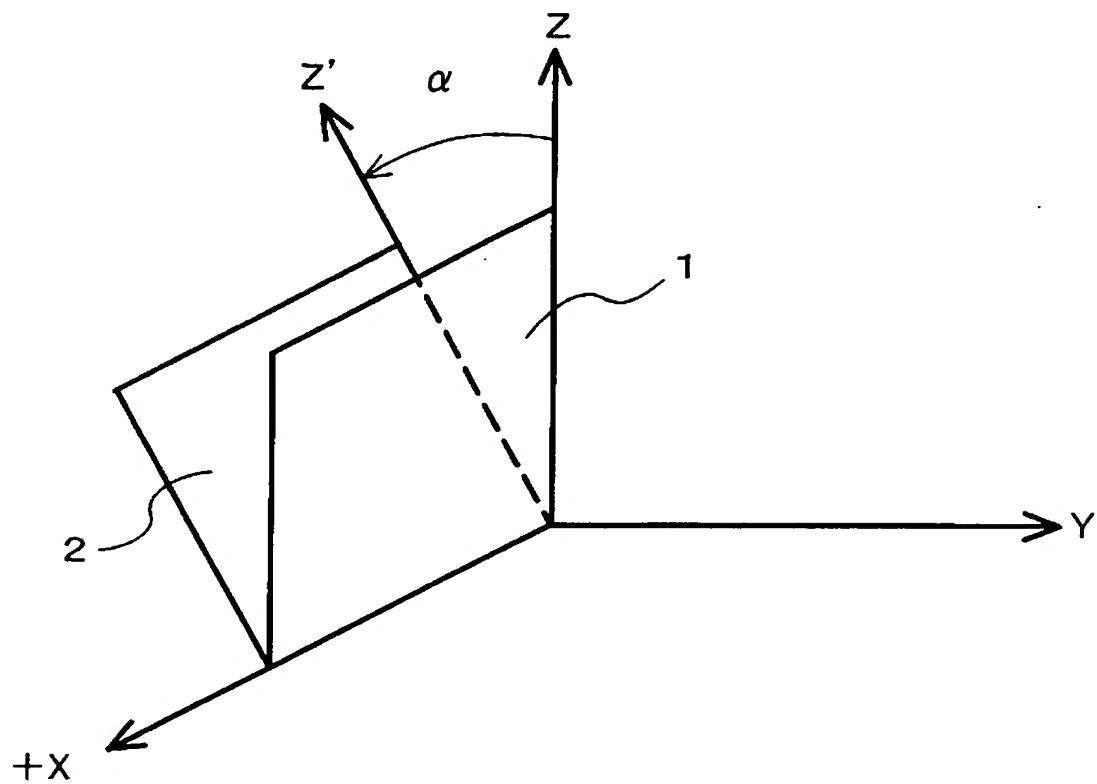
【図3】



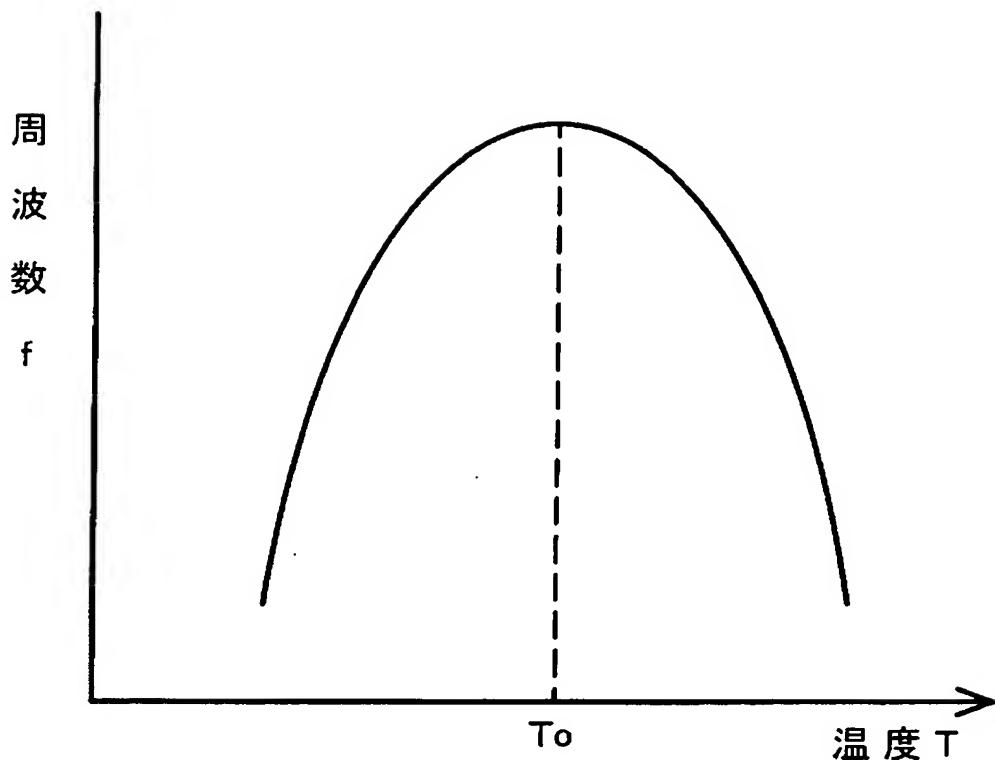
【図4】



【図5】



【図 6】



【書類名】要約書

【目的】回転Y板の回転角度に応じて任意の頂点温度を得ることができ、かつ形状の小さな振動子片の場合にも副振動の発生を抑圧でき、なめらかな二次曲線状の周波数温度特性を得ることができるりん酸ガリウムからなる圧電材料を提供する。

【構成】本発明は、りん酸ガリウムの結晶のX-Z平面をX軸を中心にして $10^\circ \sim 20^\circ$ 左回転したX-Z'平面から切り出したX軸方向に細長い振動子片の側面を+X軸から見て $1^\circ \sim 3^\circ$ 左回転した方向に傾けたことを特徴とする圧電結晶材料。

【選択図】図1

特願 2003-026600

出願人履歴情報

識別番号 [000232483]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都渋谷区西原1丁目21番2号

氏 名 日本電波工業株式会社